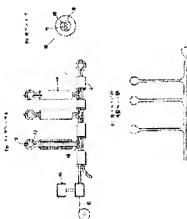


CABLE FOR DETECTION

Patent number: JP4115205 (A)
Publication date: 1992-04-16
Inventor(s): SANO HIROAKI, TERASAWA YOSHIKI, KATSURAJIMA WATARU +
Applicant(s): SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES +
Classification:
 - **international:** G02B6/00; G02B6/46; H01B7/00; G02B6/00; G02B6/46; H01B7/00; (IPC-7); G02B6/00; H01B7/00; H01G1/08
 - **european:**
Application number: JP19900234593 19900906
Priority number(s): JP19900234593 19900906

Abstract of JP 4115205 (A)

PURPOSE: To detect physical quantities of a side pressure, temp., etc., and to enable replacement and route changing by constituting an optical fiber detector of pipe cables and optical fibers.
CONSTITUTION: Pipelines 12 are connected by fitting of connectors 13 according to the laying route of the optical fibers and the pipe cables 14 consisting of a resin, etc., are provided on the outer peripheries thereof to coat and hold the pipelines. These pipelines 12 are internally hollow. The optical fibers 15 are formed by forming a coating layer 17 consisting of a thermosetting type silicone resin on the outer peripheral part of multimode fibers 18 made of silicon glass and coating the outer periphery thereof with a foamed polyethylene layer 18 in the stage of aggregating two pieces of such fibers. The optical fibers 15 are inserted into the pipe cables 14 after the end of laying. The optical fibers are delivered into the pipelines 12 by means of driving pinch rollers and the gas having the velocity higher than the delivery speed is force fed by a compressor 19 to transport and insert the optical fibers to a downstream direction by the viscous resistance generated with the flow of the gas or the pressure difference generated in the pipelines 12, by which the cable 11 for detection for detecting the physical quantities is formed.



Data supplied from the espacenet database — Worldwide

⑫ 公開特許公報(A) 平4-115205

⑬ Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)4月16日

G 02 B 6/00

3 5 1

7132-2H

H 01 B 7/00

3 1 0

8936-5G

H 01 G 1/08

6835-5E

9017-2K

G 02 B 6/00

B

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 検出用ケーブル

⑯ 特 願 平2-234593

⑰ 出 願 平2(1990)9月6日

⑱ 発 明 者 佐 野 裕 昭 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社
横浜製作所内

⑲ 発 明 者 寺 沢 良 明 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社
横浜製作所内

⑳ 発 明 者 桂 島 渉 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社
横浜製作所内

㉑ 出 願 人 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

㉒ 代 理 人 弁理士 光石 英俊 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

検出用ケーブル

2. 特許請求の範囲

広範囲に布設されて所望位置の各種物理量を測定する検出用ケーブルであって、

一以上の管路を有してなるパイプケーブルと、この管路の中に圧力流体によって押進・回収される光ファイバとを有することを特徴とする検出用ケーブル。

3. 発明の詳細な説明

<産業上の利用分野>

本発明は例えば防犯用や防災用など面状の広がりをもって布設される検出用ケーブルに関する。

<従来の技術及び発明が解決しようとする課題>

従来より光ファイバを用いた検出器として、OTDR(Optical Time Domain Reflectometry)法と光ファイバとを用いた温度検出器(特開

平1-140031号公報参照)及び側圧検出器(特開昭61-242214号公報参照)などが開発されている。

ところで、これらの検出器は、面状に且つ広範囲に光ファイバを布設する場合には有効ではあるが、実用上は、ケーブルの接続点が増加し、伝送損失が大きくなると共に、ケーブル長が異常に長く、布設上の問題から広く適用することができなかった。

このことを第7図を用いて説明すると、第7図(a)に示す領域(例えば100m×100m)に防犯センサを布設する際に、その測定メッシュを第7図(a)に示すように設定するとした場合、従来方法では、一般に第7図(b)に示されるように、A1〜E1に至る5本の幹線ケーブル101を引き、これにA5〜A1, B5〜B1, C5〜C1, D5〜D1, E5〜E1の5本のケーブル102を接続すると共にそれぞれ端端を接続し、一連長とする方法が用いられている。この場合、光ファイバ芯の接

接続点は第 7 図 (b) に示すように 1.5 点となる。また該接続点の損失はシングルモードファイバで 0.2 dB/点となり、ファイバの損失 0.4 dB/km と比べて大きく、全接点の 1.5 点を加算するとその損失は光ファイバ 7 km に相当する 3 dB のファイバの損失が生じ、高精度の測定の限界であるファイバの損失 2 dB を遙かに上回ることとなる。

この問題を避けるためには、従来の方法によれば第 7 図 (a) に示すような一直長のケーブル 1103 を市販する方法が提案されるが、該方法はケーブルの布設長が長くなり、一連長布設は難かしいという問題がある。

さらに、これら従来の方法においては、敏感な検出器である光ファイバは、一度市販した後は、熱や側圧により変質しても引替えたり、検査したりすることは行なわれず、検出器としての精度劣化を防ぐことはできなかった。

また、従来の方法においては、測定線路や

測定点の順等は固定されているため、測定点が必要であって現在不用であったり又将来必要となる可能性がある場合には、測定時にその箇所での測定が必要でない場合にも、ケーブルは全長布設しておく必要があり、不必要な測定点のためにケーブルが長尺となり、精度が下がるという問題がある。

< 課題を解決するための手段 >

前記課題を解決する本発明に係る検出用ケーブルは、広範囲に市販されて所望位置の各種物理量を測定する検出用ケーブルであって、一以上の管路を有しているパイプケーブルと、この管路の中に圧力流体によって押連・回収される光ファイバとを有することを特徴とする。

以下本発明の内容を説明する。

本発明の検出用ケーブルは広範囲に市販でき、所望位置の物理量の誤差が極めて少ないものであり、特に側圧センサ、温度センサ、ガス濃度センサとして用いて好適なものであ

る。

第 1 図 (a) ~ (c) を用いて検出用ケーブル 11 の線路を説明する。第 1 図 (a) に示すような、光ファイバの布設ルートに従って、管路 12 両方を該管路 12 の一端に設けたコネクタ 13 の嵌合によって接続し、この管路 12 の外周には樹脂等のパイプケーブル 14 が設けられており、被覆保持するようにしている。この管路 12 の内部は中空となっており、この内に光ファイバ 15 を後述する方法によって圧力流体によって押連するようにしている。

この光ファイバ 15 は第 1 図 (b) に示すように、外径が $125\ \mu\text{m}$ のシリコンガラス製マルチモードファイバ芯 16 の外周部に熱硬化型シリコン樹脂で被覆層 17 を形成して外径を $300\ \mu\text{m}$ とし、これを 2 本集合した状態でこれらの外周を発泡層としての発泡ポリエチレン層 18 を被覆することで構成されている。

そして、この光ファイバ 15 は管路 12 を

有するパイプケーブル 14 の布設終了後に、公知技術である特開昭 59-104607 号公報に開示される方法により、挿入されるものであり、図示しない駆動ピンチローラによって管路 12 内に送出されると共にコンプレッサ 19 によってその送出速度より大きい速度を有する気体を圧送することで、気体の流れとの間に生ずる粘性抵抗あるいは管路 12 内に生ずる圧力差によって下流方向へ搬送されて押連され、物理量を検出する検出用ケーブル 11 が形成される。

< 作 用 >

一以上の管路を含んでなるパイプケーブルと、この中に圧力流体流によって押連・回収される光ファイバとからなっている物理量を検出する検出用ケーブルは、光ファイバ芯の接続をすることがなく、長尺の検出器を市販することができ、従来の数ヶ所以上各々で接続したケーブルと比べて、その接続損失は非常に小さく保つことが可能となる。特に接続

点の屈折率分布のゆらぎや光路のわずかなずれなどが測定値の誤差として大きく影響してしまう例えは温度や調圧等のセンサー用光ケーブルに用いて有効である。

また、従来法のように一連の長尺ケーブルを市販するのに比べ、短尺のパイプケーブルの市販は容易であると共に、測定対象物からの熱や側圧により光ファイバが変質したり、又検査や校正が必要となった場合には、パイプに空気を流し込むことにより、光ファイバを外へ送り出して、回収したり引替えたりすることができ、有効である。

さらに管路を接続するコネクタを着脱して容易に管路の市販形態を変更できる。よってこの管路形態の変更・引替の容易性を活用し、パイプケーブルを予め市販しておいて、その接続を変更することで、光ファイバ検出器に必要な測定点のみ測定可能となるので、もともと誤差の少ない形態で物理量を測定することができる。

図に示すような市販ルートに示されるX点では管路22の一端に設けたコネクタにより管路22、22、管路22、25同士の接続を行って一連長の管路とした。

上記側圧測定的光ファイバ検出器24に用いる管路22は、その材質を弾性変形が容易なゴム材料としており、光ファイバ送達時及び回収時に空気の圧力が加わることによって容易に変形し(第2図(b)参照)、中空通路21の断面積を増加するようにして散光ファイバ23を通過し易いようになっている。

ここで上記光ファイバ23は、第2図(c)に示すように外径125 μm のシリコンガラス製マルチモードファイバ芯30を熱硬化型シリコン樹脂で300 μm 径の被覆層31を形成し、これを更に2本並列にしたものを同じ熱硬化型シリコン樹脂を用いて一体化し、さらに発泡ポリエチレン層32を被覆して形成したもので、その直径を2mmとしている。

この光ファイバ23を総長700mの管路、

<実 施 例>

以下、本発明の検出用ケーブルの好適な一実施例について説明する。

実施例1(調圧センサの具体例)

車両の通行を検出する調圧センサを製造する一例を示す。第2図(d)には調圧センサの市販ルートを示している。本実施例においては3箇所のゲート(ゲート①B-E間、ゲート②C-F間、ゲート③D-G間)に、第2図(a)に示すような中空通路21を有する管路22中に光ファイバ23を挿通してなる側圧測定用の光ファイバ検出器24を設置している。また他の側圧を測定しない部分(A-B間、B-C間、C-D間)には、第2図(e)に示す合成樹脂の管路25を市販し、内部に光ファイバ23を挿通している。

すなわち、測定の必要なゲート部には、第2図(a)に示すような側圧センサ用光ファイバ検出器24を、B-E間に2条、C-F間に2条、D-G間に1条市販しており、第2図

A-B、B-E、E-B、B-C、C-F、F-C、C-D、D-Gの区間に、圧力8kg/cm²の圧縮空気を用い連続して市販した。この市販に要した時間はわずか22分間であった。

第2図(f)は実際に設けたゲートの検出部の横断面を示すもので、複数(本実施例では2本)の光ファイバ検出器24の上に鋼板27を置き、側圧の加わっている時間を長くとることができるようになっている。

このような検出用ケーブルを設置し、第2図(f)に示す測定位置26内に、光パルスを発生する発生手段と後方散乱光を検出する検出手段とを有する光パルス試験器を設置し、市販した光ファイバ23内の一本の光ファイバ芯31に接続し、後方散乱光強度の測定を行った。この結果を第3図(横軸を距離、縦軸を後方散乱光強度)に示す。第3図(a)は検出器に側圧が負荷されない状態を示し、第3図(b)はゲート①上を車両が通過した際の測定結果を示す。図(b)においては、ゲート①に相

当する地点で後方乱光強度の段差が認められ検出器としての能力が確認された。

次に圧力 $8 \text{ kg}/\text{cm}^2$ の圧縮空気をケーブル端部のG点から送り込み、光ファイバ23をA点方向へ圧送移動して回収する試験を行った結果、18分で全長の回収を行うことができた。

尚、側圧センサだけでなく、例えば側圧検出部の管路22に既知の吸水材を入れて浸水センサとすることもでき、さらに他の公知の物理量を温度や側圧に変換する機構と組合わせて用いることも有用である。

実施例2（温度センサの具体例）

ビル内の配管の局所的な温度上昇を測定するための温度センサを製造する一例を示す。第5図(a)には温度センサの市設ルートを示している。本実施例においては、E、F、G、H、Iの各検出点に第5図(a)に示すように配管40A～40Cに管路41を螺旋状に巻き付け、該管路41の中空通路内に光ファイバ

23を圧力 $8 \text{ kg}/\text{cm}^2$ の圧縮空気をを用いて実施例1と同様に検出器を管路41（総長600m）に送達した。この送達の時間は27分を要した。

この管路市設には、第4図(a)に示すように、配管40に巻装した管路41を該管路41の一端に有するコネクタ42を用いて接続することにより、市設ルートを構成できるため、一連長のケーブルを市設するのに対し、ルート形成は容易であった。

配管40中に温水を流し、OTDR法の線状温度分布測定システムの方法（特開平1-140031号公報参照）を用い、各点での温度を評価した結果、各点での温度は同時に各点で熱電対を用いて測定した温度と、ほぼ一致し温度検出器として良好な特性を示した（第6図(a)参照）。

次に、光ファイバ23をルート前方から圧縮空気を送って回収し、第5図(a)に示す測定ルートの管路41のコネクタ42の接続を変

更し、第5図(b)に示すように配管40B及び40Cを除いて温度検出ルートを300mと短縮化し、先と同様に後方乱光測定器43を用いて温度測定を行った。

上記光ファイバ42は第4図(b)に示すように実施例1で示した光ファイバ23においてコアとクラッドとからなるファイバ芯31を一本とし、熱硬化型樹脂層31と発泡ポリウレタン層32との間にナイロン層44を設けて補強したものである。

この測定結果を第6図(b)に示す。同図(b)に示すように、先に測定した値よりも（第6図(a)参照）、ノイズの少ない測定結果が得られた。

ここで、上記温度検出器の検出部については、熱伝導性の良好な銅などの金属性の管路を用い、さらに管路内にはシリコーンオイル等の良好な伝導体を入れておくことは、検出能力を高める上で有効である。

<発明の効果>

以上、実施例と共に説明したように、本発明に係る検出用ケーブルは、パイプケーブルと光ファイバとによって光ファイバ検出器を構成することにより、側圧や温度などの物理量を検出することができ、且つ引き替えやルート変更と云う点で自由に出来るので、従来の光ファイバ検出器に比較して優れた特性を示すことが確認でき有効である。

また側圧センサとして用いた場合、側圧のかかる部分が限定され、局所的に破壊が生ずることが多いが、同一箇所が傷まぬように、必要に応じて光ファイバを移動し又は回収して新たに市設して使用することができ、ケーブルの寿命は従来に比べて非常に長いものとなる。

さらに温度センサとして用いた場合には、面状の広がりや有する検出域を検出するのみならず、ケーブルを長手方向に多数本接続せざるを得ない、例えば搬送上の理由から出前

単長の短い電力複合ケーブルに温度センサを複合したい場合についても有効である。

4 図面の簡単な説明

第 1 図 (a) は検出用ケーブルの概略図、第 1 図 (b) は光ファイバの構成図、第 1 図 (c) は光ファイバの布設ルート図、第 2 図は本発明の側圧センサとしての第 1 実施例に係る概説図、第 3 図は第 1 実施例に係る側圧センサとして用いた特性図、第 4 図、第 5 図は本発明の温度センサとしての第 2 実施例に係る概説図、第 6 図は第 2 実施例に係る温度センサとして用いた特性図、第 7 図は従来の検出器の布設例を示す概説図である。

図 面 中、

- 1 1 は検出用ケーブル、
- 1 2 は管路、
- 1 3 はコネクタ、
- 1 4 はパイプケーブル、
- 1 5 は光ファイバ、
- 1 6、3 0 はファイバ芯、

- 1 7、3 1 は被覆層、
- 1 8、3 2 は発泡ポリエチレン管、
- 1 9 はコンプレッサ、
- 2 1 は中空通路、
- 2 2、2 5 は管路、
- 2 3 は光ファイバ、
- 2 4 は光ファイバ検出器、
- 2 6 は測定装置、
- 4 0、4 0 A ~ 4 0 C は配管、
- 4 1 は管路、
- 4 2 はコネクタである。

特 許 出 願 人

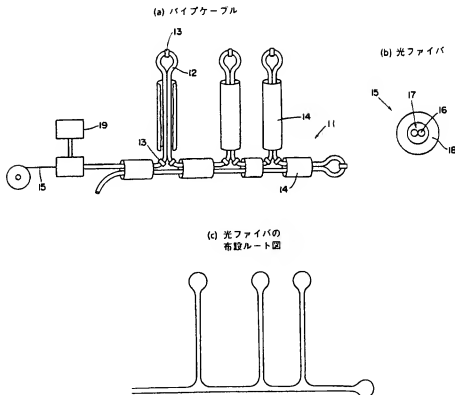
住友電気工業株式会社

代 理 人

弁理士 光 石 英 俊

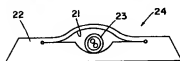
(他 1 名)

第 1 図

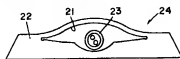


第 2 図

(a) 側圧センサー使用時の検出器断面



(b) 光ファイバ送達回収中のパイプケーブルの状態図



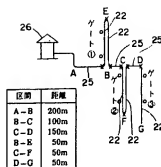
(c) 光ファイバ



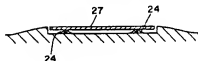
(e) パイプケーブル



(d) 光ファイバの布設ルート図



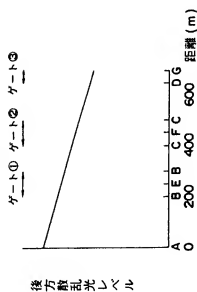
(f) ゲート検出部の断面図



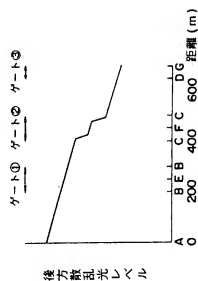
第 3 図

側圧センサーとして用いた場合の特性図

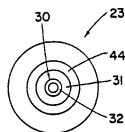
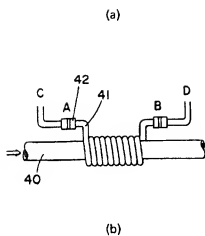
(a)



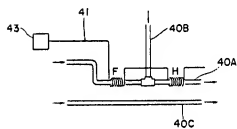
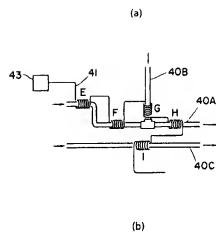
(b)



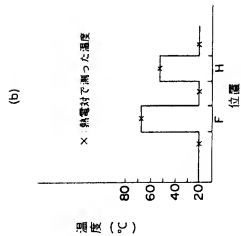
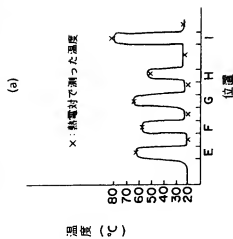
第 4 図



第 5 図



第 6 図
温度センサとして用いた特性図



第 7 図

従来の検出器布設例

